

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Viktor Ložar

Zagreb, 2009

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Voditelj rada:
Prof. dr. sc. Tomislav Zaplatić

Viktor Ložar

Zagreb, 2009

Sažetak

Ovaj se rad bavi problematikom izvedbe panela u brodogradilištu „Uljanik“ u Puli.

Obuhvaća kratku analizu gradnje jednog RoRo broda, gradnja 475 iz tekuće proizvodnje brodogradilišta, po panelima, te detaljan opis taktova izrade koja se uspoređuju s klasičnom ručno mehaniziranom izradom.

Na kraju se pokušavalo dati procjenu rada i smjernice za efikasniji rad panel linije. Korišteni podaci su prikupljeni većinom vizualnim praćenjem rada panel linije i kratkim razgovorima sa zaposlenicima tehnološkog ureda i radionice tijekom trodnevnog boravka u brodogradilištu.

Sadržaj

Naziv poglavlja	broj stranice
Sažetak	3
Sadržaj	4
Popis slika	5
Popis skica	6
Popis tablica i dijagrama	7
Izjava	8
1. Uvod	9
2. Analiza trupa po panelima	10
2.1 Osnovni podaci o brodu	10
2.2 Raspodjela trupa na makro prostore	10
2.3 Analiza panela	11
2.3.1 Paneli platforme	12
2.3.2 Grupiranje panela palube	21
2.3.3 Dijagram – Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnj.	26
3. Opis panel linije.....	27
3.1 Taktovi panel linije.....	27
3.2 Transport na panel liniji	27
3.3 Rad po taktovima	29
3.3.1 Prvi takt – pozicioniranje i zavarivanje prve strane limova.....	29
3.3.2 Drugi takt – preokretanje lima i zavarivanje druge strane.....	31
3.3.3 Treći takt – Pozicioniranje, sačmarenje, trasiranje i.....	32
obrezivanje	
3.3.4 Četvrti takt – montaža uzdužnih ukrepa i pripajanje	33
3.3.5 Peti takt – zavarivanje uzdužnih ukrepa	34
4. Usporedba rad panel linije prema „kasičnoj“ metodi	35
4.1 Karakteristike panela koji se uspoređuju	35
4.2 Usporedpa	35
4.2.1 Prvi takt.....	36
4.2.2 Drugi takt.....	37
4.2.3 Treći takt	38
4.2.4 Četvrti takt	39
4.2.5 Peti takt	40
4.2.6 Šesti takt	41
4.3 Analiza usporedbe	42
4.3.1 Ukupno vrijeme na panel liniji	42
4.3.2 Ukupno vrijeme za „klasičnu“ metodu	42
5. Zaključak	43
6. Literatura	44

Popis slika

<u>Naziv slike</u>	<u>broj stranice</u>
Slika 2.1 Sličan brod, RoRo brod za prijevoz automobila i kontejnera	10
Slika 3.2.1 Lančasti konvejer	27
Slika 3.2.2 Portalna magnetska dizalica	27
Slika 3.2.3 Okretaljka	28
Slika 3.2.4 Naprava za rotiranje	28
Slika 3.3.1 Postavljanja drugog lima	29
Slika 3.3.2 „Binda“	29
Slika 3.3.3 Priprema za zavarivanje	29
Slika 3.3.4 Automatsko zavarivanje limova	30
Slika 3.3.5 Okretanje limova	31
Slika 3.3.6 Poluautomatsko zavarivanje	31
Slika 3.3.7 Sačmarenje i trasiranje	32
Slika 3.3.8 Obrezivanje	32
Slika 3.3.9 Dohvat i pozicioniranje profila	33
Slika 3.3.10 Pritiskivanje i privarivanje profila	33
Slika 3.3.11 Glava stroja na četvrtom taktu sa magnetima	33
Slika 3.3.12 Obostrano zavarivanje	34
Slika 3.3.13 Pomični magnet i trn	34
Slika 3.3.14 Panel čeka peti takt, obostrano zavarivanje	34

Popis skica

<u>Naziv slike</u>	<u>broj stranice</u>
Skica 2.2 rasporeda broda na pet makro prostora	10
Skica 2.3.1 Dimenzije panela	11 – 20
Skica 4.2.1 Zavarivane opločenja panela prve strane na panel liniji	36
Skica 4.2.2 „Ručno“ zavarivanje opločenja panela prve strane	36
Skica 4.2.3 Zavarivanje opločenja panela druge strane, na panel liniji	37
Skica 4.2.4 Opločenje panela nakon zavarivanja prve strane	37
Skica 4.2.5 Stroj za sačmarenje, trasiranje i obrezivanje na panel liniji	38
Skica 4.2.6 „Ručno“ sačmarenje, trasiranje i obrezivanje	38
Skica 4.2.7 Montaža i privarivanje profila na panel liniji	39
Skica 4.2.8 „Ručno“ montiranje, pritiskivanje i privarivanje	39
Skica 4.2.9 Zavarivanje panela na panel liniji	40
Skica 4.2.10 „Ručno“ zavarivanje profila sa poluautomatom	40
Skica 4.2.11 gotovi panel na panel liniji	41
Skica 4.2.12 „Ručno“ zavarivanje druge strane panela	41

Popis tablica

Naziv tablice	broj stranice
Tablica 2.3.1 Paneli u dvodnu	11
Tablica 2.3.2 Paneli u drugoj palubi	12
Tablica 2.3.3 Paneli u trećoj palubi	13
Tablica 2.3.4 Paneli u četvrtoj palubi	14
Tablica 2.3.5 Paneli u sedmoj palubi	15
Tablica 2.3.6 Paneli u osmoj palubi	16
Tablica 2.3.7 Paneli u devetoj palubi	17
Tablica 2.3.8 Paneli u desetoj palubi	18
Tablica 2.3.9 Paneli u jedanaestoj palubi	19
Tablica 2.3.10 Paneli u dvanaestoj palubi	19
Tablica 2.3.11 Paneli u nadgrađu	20
Tablica 2.3.12 Paneli u palubi zap. mosta	20
Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka	21 – 25
Tablica 2.3.14 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka pojednostavlj.	26
Tablica 4.2.1 Vrijeme trajanja i broj radnika na prvom taktu panel linije	36
Tablica 4.2.2 Vrijeme trajanja i broj radnika na prvom taktu „klasične“ metode	36
Tablica 4.2.3 Vrijeme trajanja i broj radnika na drugom taktu panel linije	37
Tablica 4.2.4 Vrijeme trajanja i broj radnika na trećem taktu panel linije	38
Tablica 4.2.5 Vrijeme trajanja i broj radnika na trećem taktu „klasične“ metode	38
Tablica 4.2.6 Vrijeme trajanja i broj radnika na četvrtom taktu panel linije	39
Tablica 4.2.7 Vrijeme trajanja i broj radnika četvrtog takta „klasične“ metode	39
Tablica 4.2.8 Vrijeme trajanja i broj radnika na petom taktu panel linije	40
Tablica 4.2.9 Vrijeme trajanja i broj radnika na petom taktu „klasične“ metode	40
Tablica 4.2.10 Vrijeme trajanja i broj radnika šestog takta „klasične“ metode	41
Tablica 4.3.1 Ukupno vrijeme na panel liniji	42
Tablica 4.3.2 Ukupno vrijeme za „klasičnu“ metodu	42

Popis dijagrama

Naziv dijagrama	broj stranice
Dijagram 2.3.3 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka	26

Izjava

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno, služeći se stečenim znanjem i navedenim izvorima.

Zahvala:

Zahvaljujem svojim mentorima gospodi prof. dr. sc. Tomislavu Zaplatiću i docentu dr. sc. Borisu Ljubenkovu na strpljenju pri izradi rada.

Zahvaljujem gospodinu dipl. inž. Tusunu i svim zaposlenicima Uljanika koji su mi pomagali prikupljati potrebne podatke za izradu ovog rada.

Zahvaljujem obitelji Perović koja me srdačno primila u svoj dom, tijekom boravka u Puli.

Srdačno hvala Mami i Tati i Sestri na podršci tijekom cijelog studija.

Hvala Siniši i Marceli na provjeri pravopisa.

1 Uvod

Panel je sklop limova i ukrepa prvog reda i spada u skupinu tehnološko sličnih proizvoda. Oni mogu biti različitih dimenzija i broja ukrepa, ali njihov tehnološki postupak sastavljanja je isti. Zato je moguće proizvodnju panela raspodijeliti na različite radne platforme.

U Uljaniku se sastavljaju paneli u 5 taktova, koji se u trećem poglavlju ovog rada opisuju.

Pokušava se, što više moguće, proizvodnju sekcija izvesti pomoću panela koji se proizvode na panel liniji, kako bi se uštedilo na vremenu.

2 Analiza trupa po izvedbi panela

2.1 Osnovni podaci o brodu

Analiza trupa po izvedbi panela se provodi na primjeru RoRo broda gradnje 475 iz proizvodnog programa brodogradilišta Uljanik.

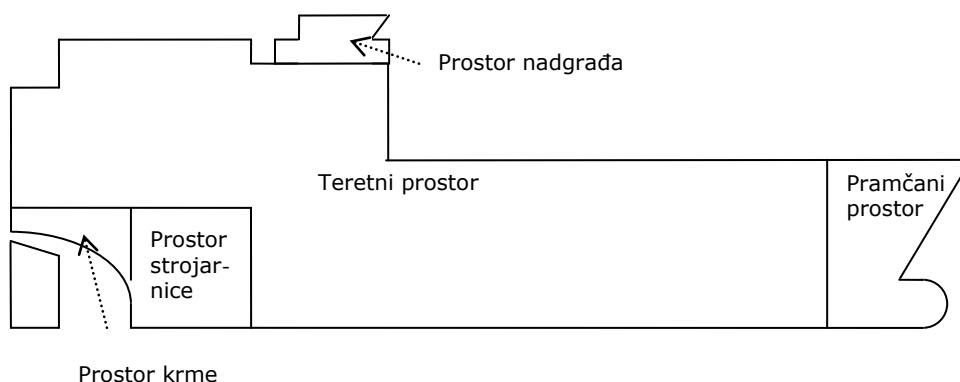


Slika 2.1 Sličan brod, RoRo brod za prijevoz automobila i kontejnera, gradnje 474

Duljina preko svega	210,92m
Duljina između okomica	196,80m
Širina	32,26m
Visina do gornje palube	13,34m
Gaz	9,75m
Nosivost	24470 t

2.2 Raspodjela trupa na makro prostore

Trup se može raspodijeliti na pet makro prostora



Skica 2.2 raspodjela broda na pet makro prostora

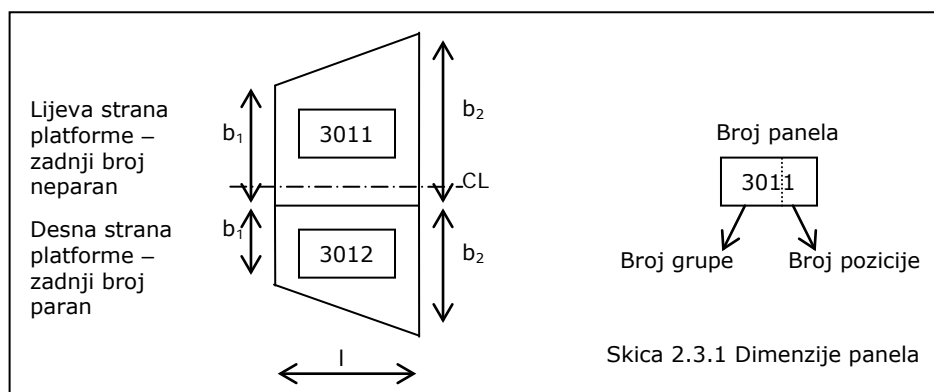
Brod je podijeljen na dvanaest paluba. Od toga se šest paluba nalazi u trupu, a pet u nadgrađu. Prostori u kojima nema zakrivljenosti, kao što su prostor nadgrađa i tereta, idealno se mogu podijeliti na panele.

2.3 Analiza panela

Na brodu je sveukupno 265 panela koji se izrađuju na panel liniji u brodogradilištu. Oni se razlikuju po duljini, širini, broju i načinu ukrepljenja (uzdužno ili poprečno).

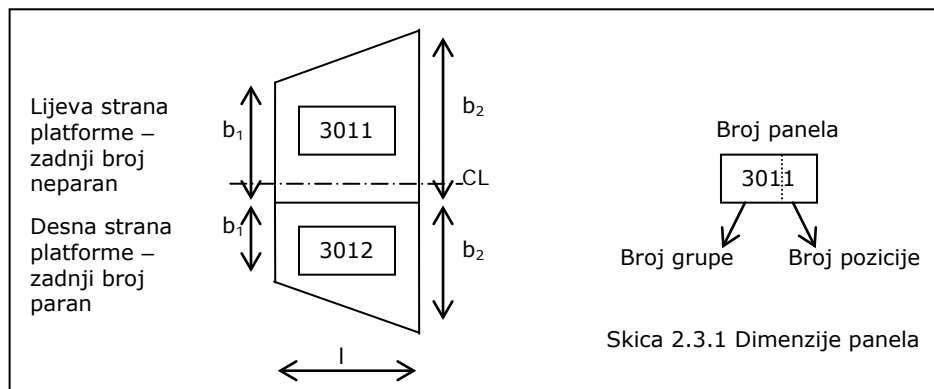
2.3.1 Paneli platforme

Slijedi tablični prikaz panela u platformama (paneli u oplati boka nisu prikazani).



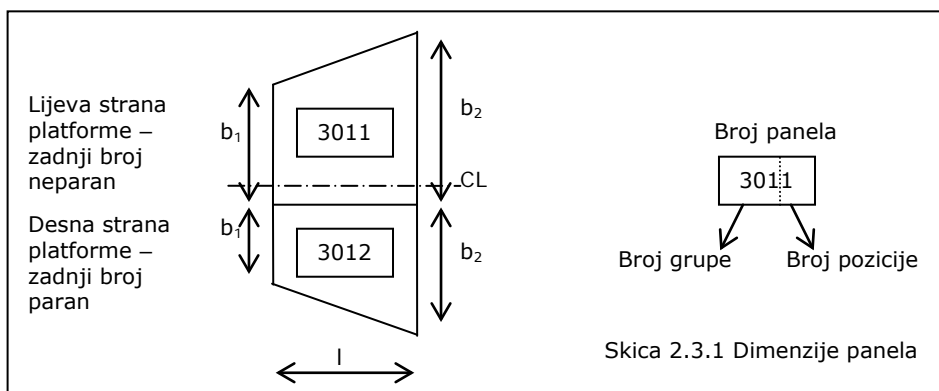
Tablica 2.3.1 Paneli u dvodnu

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3011	57-69	54	8000	6800	8800	7
3012		45	8000	5200	7600	5
3021	70-84	81	9200	8800	10800	12
3022		62	9200	7600	9600	12
3031	85-99	92	9200	10800	12000	16
3032		75	9200	9600	10800	14
3041	100-114	95	9200	12000	12400	16
3042		75	9200	10800	11200	14
3051	115-129	94	9200	12400	12400	16
3052		78	9200	11200	11200	14
3061	130-144	98	9200	12400	12000	16
3062		82	9200	11200	10800	14
3071	145-159	93	9200	12000	10800	16
3072		72	9200	10800	9600	14
3081	160-174	78	9200	10800	9200	16
3082		63	9200	9600	7600	14
3091	175-189	62	9200	9200	6800	11
3092		47	9200	7600	5200	9



Tablica 2.3.2 Paneli u drugoj palubi

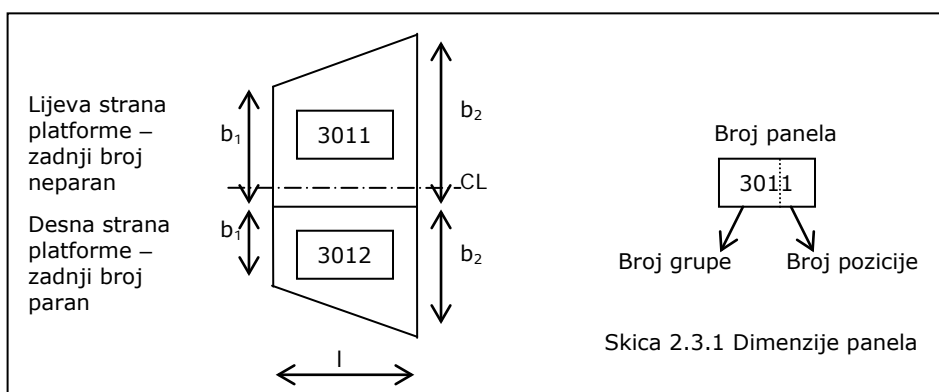
naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3121	57-69	33	8000	12000	12400	17
3122		33	8000	11600	12000	12
3131	70-84	35	9200	12400	12400	18
3132		32	9200	5200	5200	15
3331	85-99	26	9200	8000	8000	15
3332		17	9200	5200	5200	9
3333	100-114	26	9200	8000	8000	17
3334		17	9200	5200	5200	8
3335	115-129	26	9200	8000	8000	14
3336		17	9200	7600	7600	15
3341	130-144	26	9200	8000	8000	15
3342		25	9200	7600	7600	15
3343	145-159	26	9200	8000	8000	15
3344		25	9200	7600	7600	16
3211	160-174	35	9200	12400	11600	17
3212		31	9200	12000	11200	17
3231	175-189	26	9200	11600	7200	19
3232		23	9200	11200	6800	19



Tablica 2.3.3 Paneli u trećoj palubi

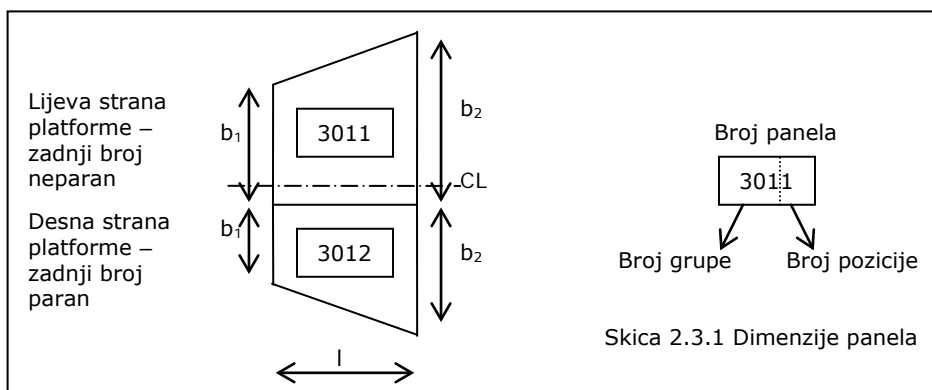
naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3351	85-99	37	9200	8000	8000	17
3352		32	9200	7600	7600	13
3353	100-114	36	9200	8000	8000	14
3354		33	9200	7600	7600	14
3355	115-129	36	9200	8000	8000	12
3356		33	9200	7600	7600	12
3361	130-144	36	9200	8000	8000	12
3362		33	9200	7600	7600	12
3363	145-159	36	9200	8000	8000	14
3364		33	9200	7600	7600	14
3261	160-174	55	9200	12400	12400	19
3262		53	9200	12000	12000	19
3271	175-189	55	9200	12400	11600	22
3272		53	9200	12000	11200	22
3281	190-204	51	9200	11600	9600	20
3282		49	9200	11200	9200	20
3291	205-216	25	7600	9600	7600	14
3292		26	7600	9200	7200	15

4. i 5. paluba ne rade se u brodogradilištu nego kod kooperanata



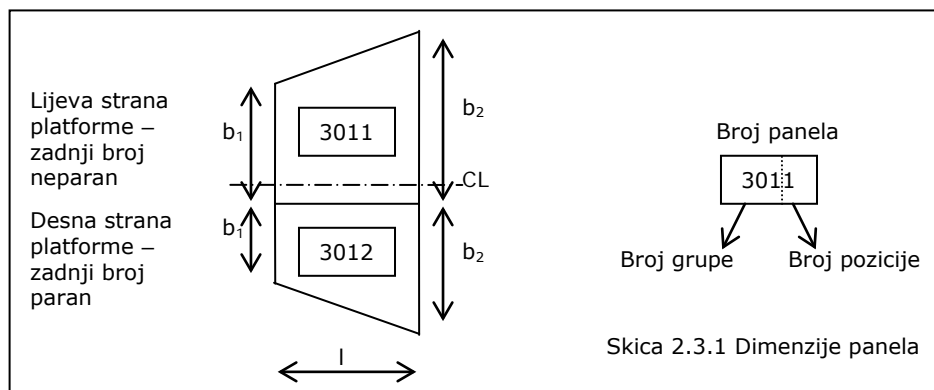
Tablica 2.3.4 Paneli u šestoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3541	-3 do 10	40	7200	10400	10400	17
3543	11-27	36	9200	10600	10600	17
3542		33	9200	10000	10600	17
3551	28-40	34	8400	10600	10000	16
3552		34	8400	10000	10600	16
3553	41-54	20	8400	6800	10000	11
3554		20	8400	5000	5000	8
3561	55-69	33	9200	8800	8800	14
3562		23	9200	4400	4400	9
3563	70-84	37	9200	8800	8800	14
3564		26	9200	4600	4600	9
3571	85-99	54	9200	10600	10600	21
3572		51	9200	10000	10000	19
3573	100-114	54	9200	10600	10600	16
3574		51	9200	10000	10000	16
3581	115-129	54	7600	10600	10600	16
3582		51	7600	10000	10000	16
3583	130-144	54	9200	10600	10600	16
3584		51	9200	10000	10000	16
3591	145-159	54	9200	10600	10600	16
3592		51	9200	10000	10000	16
3593	160-174	54	9200	10600	10600	16
3594		51	9200	10000	10000	16
3601	175-189	54	9200	10600	10600	16
3602		51	9200	10000	10000	16
3603	190-204	54	9200	10600	10600	16
3604		51	9200	10000	10000	16
3611	205-216	43	7600	10600	10600	16
3612		41	7600	10000	10000	16
3613	217-280	46	8000	10600	10600	16
3614		43	8000	10000	10000	16



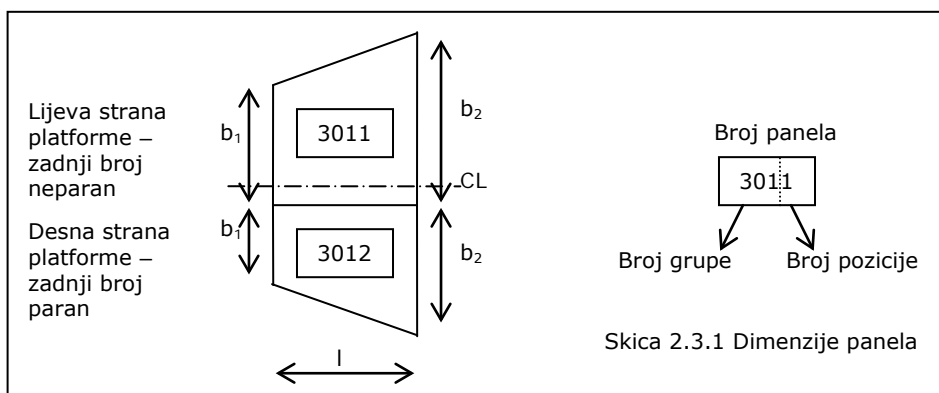
Tablica 2.3.5 Paneli u sedmoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3721	-3 do 15	21	9200	9800	9800	17
3723	16-26	15	6800	9800	9800	17
3724		11	6800	10600	10600	17
3731	27-40	10	8400	6800	6800	12
3732		10	8400	6200	6200	10
3733	41-55	10	9200	6800	6800	12
3734		9	9200	4200	4200	12
3741	56-69	14	8800	10400	10400	17
3742		14	8800	10000	10000	17
3743	70-82	11	7600	5200	5200	11
3744		9	7600	6400	6400	11
3751	83-94	11	7600	7600	7600	5
3752		9	7600	6400	6400	4
3753	95-103	10	5600	8800	8800	15
3754		6	5600	6400	6400	13
3971	27-40	9	8400	7400	7400	12
3972	41-55	9	8400	7400	7400	12



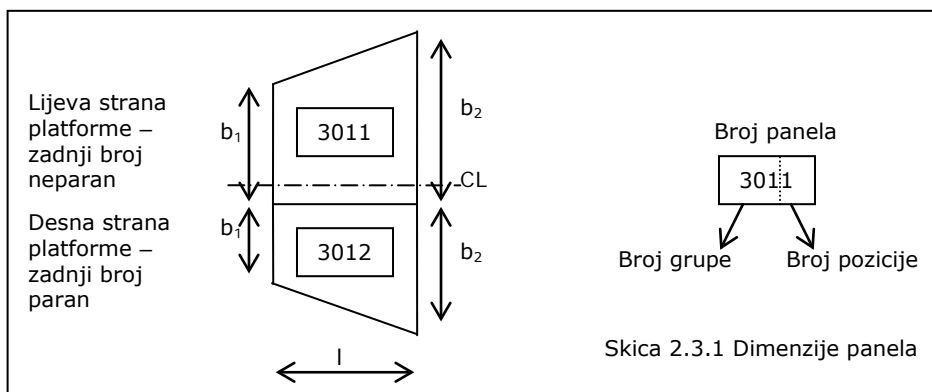
Tablica 2.3.6 Paneli u osmoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3761	-3 do 11	11	7200	9600	9600	17
3763	12-27	14	8800	10600	10600	17
3764		14	8800	9800	9800	17
3771	28-41	10	8800	6800	6800	12
3772		10	8800	6200	6200	10
3773	42-56	10	9000	6800	6800	12
3774		9	9000	4200	4200	12
3781	57-69	12	8000	9400	9400	13
3782		14	8000	9800	9800	20
3783	70-82	13	7600	10600	10600	13
3784		13	7600	9800	9800	11
3791	83-94	13	7600	10600	10600	17
3792		13	7600	9800	9800	17
3793	95-103	10	5600	10600	10600	17
3794		10	5600	9800	9800	17
3973	28-41	9	8800	6800	6800	12
3974	42-56	9	9000	6800	6800	12



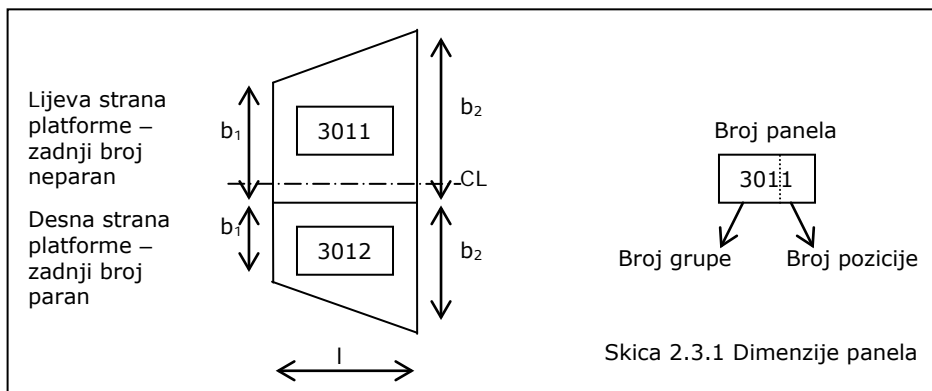
Tablica 2.3.7 Paneli u devetoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3801	-3 do 11	11	7200	9600	9600	17
2803	12-27	14	8800	10600	10600	17
3804		14	8800	9800	9800	17
3811	28-41	10	8800	6800	6800	12
3812		10	8800	6200	6200	10
3813	42-56	7	9000	6800	6800	10
3814		8	9000	4200	4200	10
3821	57-69	13	8200	9400	9400	17
3822		14	8200	9800	9800	16
3823	70-82	13	7800	10600	10600	17
3824		13	7800	9800	9800	16
3831	83-94	13	7600	10600	10600	17
3832		13	7600	9800	9800	16
3822	95-103	14	5800	10600	10600	17
3834		10	5800	9800	9800	16
3975	28-41	9	8800	6800	6800	12
3976	42-56	9	9000	6800	6800	12



Tablica 2.3.8 Paneli u desetoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3841	-3 do 11	11	7000	9800	9800	17
3843	12-27	14	8800	10600	10600	17
3844		14	8800	10000	10000	17
3851	28-41	9	8800	5600	5600	10
3852		10	8800	6800	6800	10
3853	42-56	10	9000	6800	6800	12
3854		9	9000	4600	4600	10
3861	57-69	14	8000	10400	10400	20
3862		14	8000	10000	10000	20
3863	70-82	13	7600	10600	10600	20
3864		13	7600	9800	9800	20
3871	83-94	13	7600	10600	10600	20
3872		13	7600	9800	9800	20
3873	95-103	10	5600	10600	10600	20
3874		1	5600	9800	9800	20
3981	28-41	9	8800	6800	6800	12
3982	42-56	9	9000	6800	6800	12

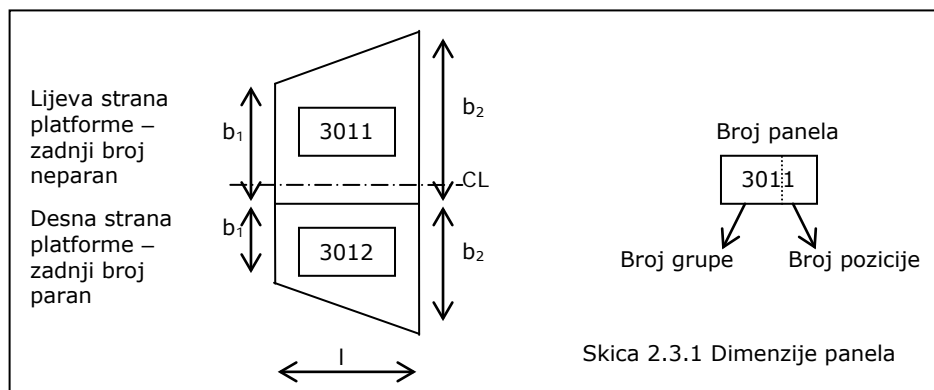


Tablica 2.3.9 Paneli u jedanaestoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3881	-3 do 11	13	7400	6400	10400	18
3883	12-27	14	8800	10400	10400	17
3882	4-27	20	12400	9800	9800	17
3891	28-41	9	8800	5600	5600	10
3892		10	8800	6800	6800	10
3893	42-56	10	9000	6800	6800	12
3994		9	9000	5000	5000	10
3901	57-69	14	8000	10600	10600	20
3902		14	8000	10000	10000	20
3903	70-82	15	7600	12400	12400	20
3904		15	7600	11600	11600	20
3911	83-94	15	7600	12400	12400	20
3912		15	7600	11600	11600	20
3913	95-107	15	7600	12400	12400	20
3914		15	7600	11600	11600	20
3983	28-41	9	8800	6800	6800	12
3984	42-56	9	9000	6800	6800	12

Tablica 2.3.10 Paneli u dvanaestoj palubi

naziv panela	rebra	net.masa (t)	dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
3921	-3 do 11	14	7400	6800	10600	18
3923	12-27	14	8800	10600	10600	16
3922	4-27	20	12400	10000	10000	16
3931	28-41	9	8800	5800	5800	10
3932		10	8800	6800	6800	10
3933	42-56	10	9000	6800	6800	12
3934		9	9000	5000	5000	10
3941	57-68	11	7200	8800	8800	12
3942		11	7200	8400	8400	12
3985	28-41	9	8800	6800	6800	12
3986	42-56	9	9000	6800	6800	12



Tablica 2.3.11 Paneli u nadgrađu

naziv panela	rebra	net.masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
5011	71-82	21	6800	11800	11800	21
5012		20	6800	12400	12400	23
5021	83-94	20	7600	11800	11800	21
5022		17	7600	12400	12400	23
5031	95-107	26	7600	11800	11800	21
5032		25	7600	12400	12400	23

Tablica 2.3.12 Paneli u palubi zap. Mosta

naziv panela	rebra	net.masa (t)	Dimenzije(mm)			broj uzdužnj.
			l	b ₁	b ₂	
5041	79-92	21	8400	8800	8800	16
5042	93-107	22	9000	8800	8800	16
5043	98-104	8	3800	8800	8800	18
5044	98-104	8	3800	8800	8800	18

2.3.2 Grupiranje panela paluba

Slijedi grupiranje panela po broju uzdužnjaka, kako bi se dobio pregled količine panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka.

Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

Količina panela	Naziv Panela	Rebra	Net.Masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
				l	b1	b2	
1	3752	83-94	9	7600	6400	6400	4
2	3751	83-94	11	7600	7600	7600	5
	3012	57-69	45	8000	5200	7600	5
0							6
1	3011	57-69	54	8000	6800	8800	7
2	3334	100-114	17	9200	5200	5200	8
	3554	41-54	20	8400	5000	5000	8
4	3092	175-189	47	9200	7600	5200	9
	3332	85-99	17	9200	5200	5200	9
	3562	55-69	23	9200	4400	4400	9
	3564	70-84	26	9200	4600	4600	9
14	3732	28-41	10	8400	6200	6200	10
	3772	28-41	10	8800	6200	6200	10
	3812	28-41	10	8800	6200	6200	10
	3813	42-56	7	9000	6800	6800	10
	3814	42-56	8	9000	4200	4200	10
	3851	28-41	9	8800	5600	5600	10
	3852	28-41	10	8800	6800	6800	10
	3854	42-56	9	9000	4600	4600	10
	3891	28-41	9	8800	5600	5600	10
	3892	28-41	10	8800	6800	6800	10
	3994	42-56	9	9000	5000	5000	10
	3931	28-41	9	8800	5800	5800	10
	3932	28-41	10	8800	6800	6800	10
	3934	42-56	9	9000	5000	5000	10
5	3091	175-189	62	9200	9200	6800	11
	3553	41-54	20	8400	6800	10000	11
	3743	70-82	11	7600	5200	5200	11
	3744	70-82	9	7600	6400	6400	11
	3784	70-82	13	7600	9800	9800	11
31	3021	70-84	81	9200	8800	10800	12
	3022	70-84	62	9200	7600	9600	12
	3122	57-69	33	8000	11600	12000	12
	3355	115-129	36	9200	8000	8000	12
	3356	115-129	33	9200	7600	7600	12
	3361	130-144	36	9200	8000	8000	12
	3362	130-144	33	9200	7600	7600	12
	3731	27-40	10	8400	6800	6800	12
	3733	42-56	10	9200	6800	6800	12
	3734	42-56	9	9200	4200	4200	12
	3771	28-41	10	8800	6800	6800	12
	3773	42-56	10	9000	6800	6800	12
	3774	42-56	9	9000	4200	4200	12
	3971	28-41	9	8400	7400	7400	12
	3972	42-56	9	8400	7400	7400	12

Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

Količina panela	Naziv Panela	Rebra	Net.Masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
				l	b1	b2	
31	3973	28-41	9	8800	6800	6800	12
	3974	42-56	9	9000	6800	6800	12
	3811	28-41	10	8800	6800	6800	12
	3975	28-41	9	8800	6800	6800	12
	3976	42-56	9	9000	6800	6800	12
	3981	28-41	9	8800	6800	6800	12
	3982	42-56	9	9000	6800	6800	12
	3893	42-56	10	9000	6800	6800	12
	3983	28-41	9	8800	6800	6800	12
	3984	42-56	9	9000	6800	6800	12
	3853	42-56	10	9000	6800	6800	12
	3933	42-56	10	9000	6800	6800	12
	3941	57-68	11	7200	8800	8800	12
	3942	57-68	11	7200	8400	8400	12
	3985	28-41	9	8800	6800	6800	12
	3986	42-56	9	9000	6800	6800	12
4	3352	85-99	32	9200	7600	7600	13
	3754	95-103	6	5600	6400	6400	13
	3781	57-69	12	8000	9400	9400	13
	3783	70-82	13	7600	10600	10600	13
14	3032	85-99	75	9200	9600	10800	14
	3042	100-114	75	9200	10800	11200	14
	3052	115-129	78	9200	11200	11200	14
	3062	130-144	82	9200	11200	10800	14
	3072	145-159	72	9200	10800	9600	14
	3082	160-174	63	9200	9600	7600	14
	3335	115-129	26	9200	8000	8000	14
	3353	100-114	36	9200	8000	8000	14
	3354	100-114	33	9200	7600	7600	14
	3363	145-159	36	9200	8000	8000	14
	3364	145-159	33	9200	7600	7600	14
	3291	205-216	25	7600	9600	7600	14
	3561	55-69	33	9200	8800	8800	14
	3563	70-84	37	9200	8800	8800	14
8	3132	70-84	32	9200	5200	5200	15
	3331	85-99	26	9200	8000	8000	15
	3336	115-129	17	9200	7600	7600	15
	3341	130-144	26	9200	8000	8000	15
	3342	130-144	25	9200	7600	7600	15
	3343	145-159	26	9200	8000	8000	15
	3292	205-216	26	7600	9200	7200	15
	3753	95-103	10	5600	8800	8800	15
35	3031	85-99	92	9200	10800	12000	16
	3041	100-114	95	9200	12000	12400	16
	3051	115-129	94	9200	12400	12400	16
	3061	130-144	98	9200	12400	12000	16
	3071	145-159	93	9200	12000	10800	16
	3081	160-174	78	9200	10800	9200	16

Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

Količina panela	Naziv Panela	Rebra	Net.Masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
				l	b1	b2	
35	3344	145-159	25	9200	7600	7600	16
	3551	28-40	34	8400	10600	10000	16
	3552	28-40	34	8400	10000	10600	16
	3573	100-114	54	9200	10600	10600	16
	3574	100-114	51	9200	10000	10000	16
	3581	115-129	54	7600	10600	10600	16
	3582	115-129	51	7600	10000	10000	16
	3583	130-144	54	9200	10600	10600	16
	3584	130-144	51	9200	10000	10000	16
	3591	145-159	54	9200	10600	10600	16
	3592	145-159	51	9200	10000	10000	16
	3593	160-174	54	9200	10600	10600	16
	3594	160-174	51	9200	10000	10000	16
	3601	175-189	54	9200	10600	10600	16
	3602	175-189	51	9200	10000	10000	16
	3603	190-204	54	9200	10600	10600	16
	3604	190-204	51	9200	10000	10000	16
	3611	205-216	43	7600	10600	10600	16
	3612	205-216	41	7600	10000	10000	16
	3613	217-280	46	8000	10600	10600	16
	3614	217-280	43	8000	10000	10000	16
	3822	57-69	14	8200	9800	9800	16
	3824	70-82	13	7800	9800	9800	16
	3832	83-94	13	7600	9800	9800	16
	3834	95-103	10	5800	9800	9800	16
	3923	12-27	14	8800	10600	10600	16
	3922	4-27	20	12400	10000	10000	16
	5041	79-92	21	8400	8800	8800	16
	5042	93-107	22	9000	8800	8800	16
33	3121	57-69	33	8000	12000	12400	17
	3333	100-114	26	9200	8000	8000	17
	3211	160-174	35	9200	12400	11600	17
	3212	160-174	31	9200	12000	11200	17
	3351	85-99	37	9200	8000	8000	17
	3541	-3 do 10	40	7200	10400	10400	17
	3543	11-27	36	9200	10600	10600	17
	3542	11-27	33	9200	10000	10600	17
	3721	-3 do 15	21	9200	9800	9800	17
	3723	16-26	15	6800	9800	9800	17
	3724	16-26	11	6800	10600	10600	17
	3741	56-69	14	8800	10400	10400	17
	3742	56-69	14	8800	10000	10000	17
	3761	-3 do 11	11	7200	9600	9600	17
	3763	12-27	14	8800	10600	10600	17
	3764	12-27	14	8800	9800	9800	17
	3791	83-94	13	7600	10600	10600	17
	3792	83-94	13	7600	9800	9800	17
	3793	95-103	10	5600	10600	10600	17

Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

Količina panela	Naziv Panela	Rebra	Net.Masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
				l	b1	b2	
33	3794	95-103	10	5600	9800	9800	17
	3801	-3 do 11	11	7200	9600	9600	17
	2803	12-27	14	8800	10600	10600	17
	3804	12-27	14	8800	9800	9800	17
	3821	57-69	13	8200	9400	9400	17
	3823	70-82	13	7800	10600	10600	17
	3831	83-94	13	7600	10600	10600	17
	3822	95-103	14	5800	10600	10600	17
	3841	-3 do 11	11	7000	9800	9800	17
	3843	12-27	14	8800	10600	10600	17
	3844	12-27	14	8800	10000	10000	17
	3883	12-27	14	8800	10400	10400	17
	3882	4-27	20	12400	9800	9800	17
5	3131	70-84	35	9200	12400	12400	18
	3921	-3 do 11	14	7400	6800	10600	18
	3881	-3 do 11	13	7400	6400	10400	18
	5043	98-104	8	3800	8800	8800	18
	5044	98-104	8	3800	8800	8800	18
5	3231	175-189	26	9200	11600	7200	19
	3232	175-189	23	9200	11200	6800	19
	3261	160-174	55	9200	12400	12400	19
	3262	160-174	53	9200	12000	12000	19
	3572	85-99	51	9200	10000	10000	19
19	3281	190-204	51	9200	11600	9600	20
	3282	190-204	49	9200	11200	9200	20
	3782	57-69	14	8000	9800	9800	20
	3861	57-69	14	8000	10400	10400	20
	3862	57-69	14	8000	10000	10000	20
	3863	70-82	13	7600	10600	10600	20
	3864	70-82	13	7600	9800	9800	20
	3871	83-94	13	7600	10600	10600	20
	3872	83-94	13	7600	9800	9800	20
	3873	95-103	10	5600	10600	10600	20
	3874	95-103	1	5600	9800	9800	20
	3901	57-69	14	8000	10600	10600	20
	3902	57-69	14	8000	10000	10000	20
	3903	70-82	15	7600	12400	12400	20
	3904	70-82	15	7600	11600	11600	20
	3911	83-94	15	7600	12400	12400	20
	3912	83-94	15	7600	11600	11600	20
	3913	95-107	15	7600	12400	12400	20
	3914	95-107	15	7600	11600	11600	20

Tablica 2.3.13 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

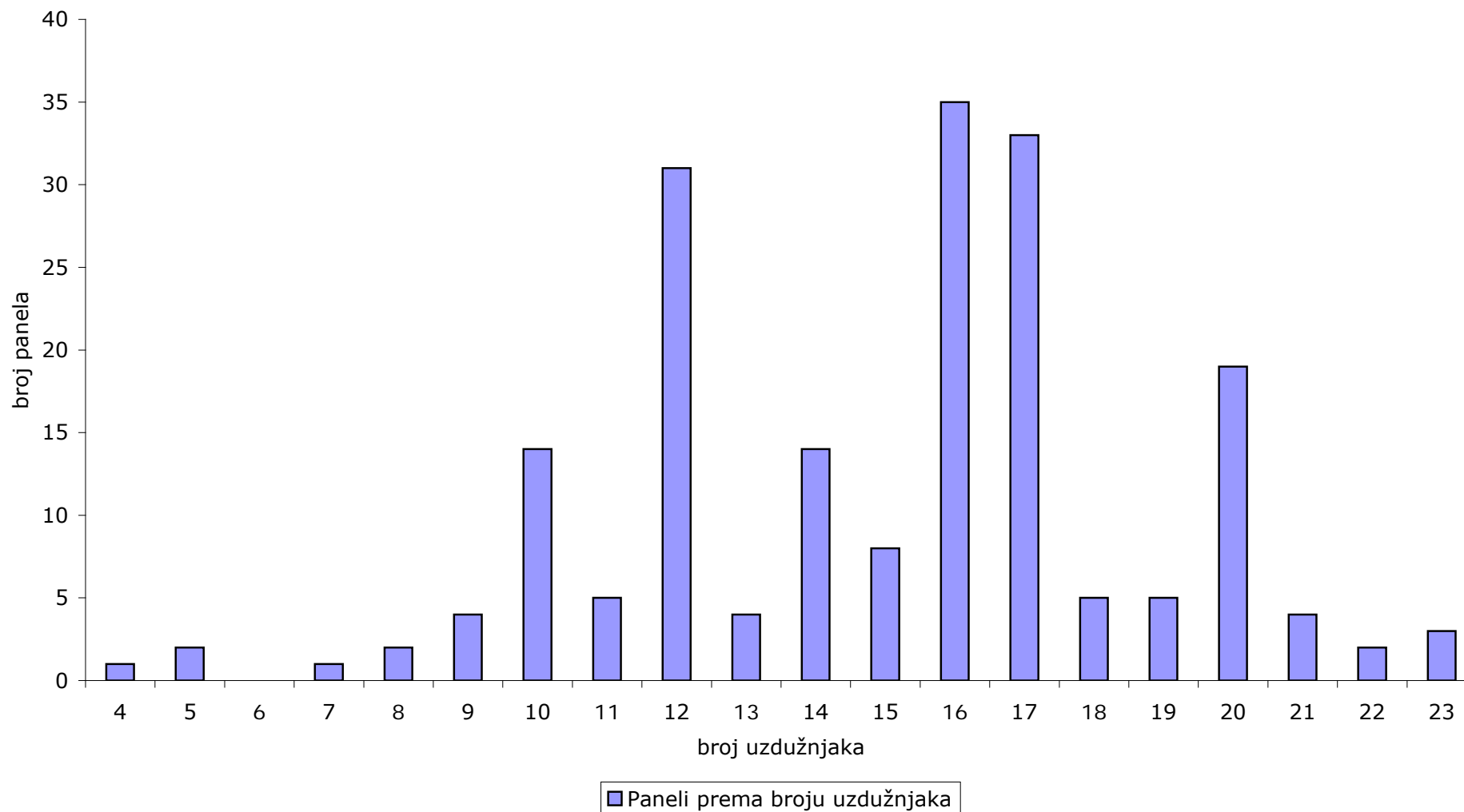
Količina panela	Naziv Panela	Rebra	Net.Masa (t)	Dimenzije (mm)			broj uzdužnj.
				l	b1	b2	
4	5011	71-82	21	6800	11800	11800	21
	5021	83-94	20	7600	11800	11800	21
	5031	95-107	26	7600	11800	11800	21
	3571	85-99	54	9200	10600	10600	21
2	3271	175-189	55	9200	12400	11600	22
	3272	175-189	53	9200	12000	11200	22
3	5012	71-82	20	6800	12400	12400	23
	5022	83-94	17	7600	12400	12400	23
	5032	95-107	25	7600	12400	12400	23

Tablica 2.3.13 se pojednostavljuje na sljedeći način, kako bi se ovisnost količina panela i uzdužnjaka mogla grafički prikazati.

Tablica 2.3.14 Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka

broj uzdužnj.	količina panela
4	1
5	2
6	0
7	1
8	2
9	4
10	14
11	5
12	31
13	4
14	14
15	8
16	35
17	33
18	5
19	5
20	19
21	4
22	2
23	3

2.3.3 Dijagram - Količina panela u ovisnosti o broju uzdužnjaka



3. Opis panel linije

3.1 Taktovi Panel linije

Panel linija nalazi se u predmontažnoj hali P1 i podijeljena je na pet taktova.

<u>1 Takt</u>	<u>2 Takt</u>	<u>3 Takt</u>	<u>4 Takt</u>	<u>5 Takt</u>
Pozicioniranje i zavarivanje (prve strane) limova	Preokretanje lima i zavariv. (druge strane) limova	Pozicioniranje sačmarenje, trasiranje i obrezivanje	Montaža uzdužnih ukrepa i pripajanje	Zavarivanje uzdužnih ukrepa

3.2 Transport na panel liniji

Taktovi su povezani lančastim konvejerom, portalnom magnetskom dizalicom, okretaljkom i napravom za rotiranje panela.

Lančasti konvejer

Uz pomoć naprave lim se primi za transportni lanac koji ga vuče preko čeličnih kotača na kojima je oslonjen. Pošto je lančani prijenos jako spor uzima se portalna magnetska dizalica koja prihvati lim i povuče ga do sljedećeg takta.



Slika 3.2.1 Lančasti konvejer

Portalna magnetska dizalica

Portalna magnetska dizalica ima uzdužno pokretljiv most po širini hale. Njenu nosivost od 12t osiguravaju 39 magneta raspoređeni u 3 reda i 13 stupaca. Magneti su pričvršćeni na jakoj gredi koja se putem čeličnih konopa spušta i diže. Pri tome se greda može rotirati oko svoje vlastite osi.



Slika 3.2.2 Portalna magnetska dizalica

Okretaljka

Okretaljka je naprava koja okreće lim na drugu stranu kako bi se i ta strana zavarila.

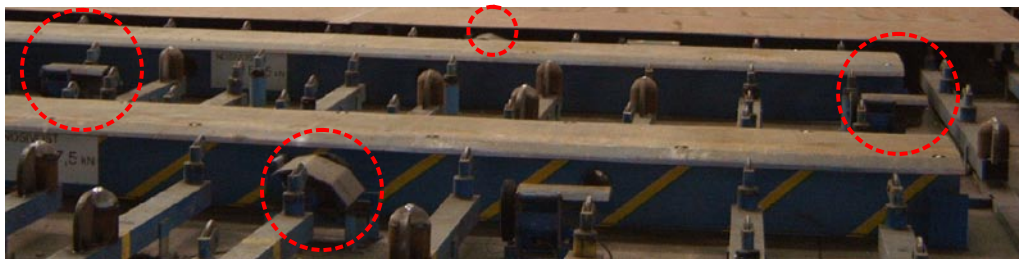
Sastoji se od osam držača, četiri sa lijeve i četiri sa desne strane. Svaki od njih ima nosivost od 8,75t i pokreće se sa hidrauličnim cilindrom.



Slika 3.2.3 Okretaljka

Naprava za rotiranje limova

Upotrebljava se kada je potrebno ukrepati limove poprečno. Naprava se sastoji od četiri u krug postavljena samopodiziva kotača, te može rotirati limove do 11x11m.



Slika 3.2.4 Naprava za rotiranje limova

3.3 Rad po taktovima

Prije nego što panel linija započne s radom, dizaličar mora nadolazeći lim iz predobrade postaviti u red i staviti u međuskladište.

3.3.1 Prvi takt – pozicioniranje i zavarivanje prve strane limova

Dizaličar postavlja prva dva lima panela na lančasti konvejer. Operater prve stanice preuzima prvi lim putem konvejera, te gura do područja samopodiznih valjaka.

Pozicioniranje



Slika 3.3.1 postavljanje drugog lima

Pomoću samopodiznih valjaka lim se može gurati uzdužno i poprečno. Lim se pozicionira paralelno na bakrenu traku iznad zavarivačke glave. Brid lima mora biti unutar širine udubljenja trake, koja predstavlja mogući poprečni hod zavarivačke glave stroja.

Prvobitna primarna funkcija trake je bila formiranje korijena pri jednostranom zavarivanju. Danas se ta opcija više ne koristi. Nakon što je prvi lim postavljen, uključuje se magnet kako bi se fiksirao taj položaj. Kako bi magnet mogao efikasnije djelovati pneumatski se pritišće uz lim.

Na isti način postavi se drugi lim i podešava se putem magnetnih manipulatora tako dugo dok

ne poprimi traženu poziciju iza prvog lima.

Operater vizualno kontrolira zračnost spoja koja ovisi o vrsti sučelnog spajanja. U slučaju sučelnog spoja u obliku „I” šava potrebno je jače pritisnuti drugi lim uz prvi. Operater za taj postupak koristi „bindu”. Prije korištenja „binde” operater mora zavariti pločicu okomito na postolje stroja. Za to se koristi ručni poluautomat na principu elektrolučnog zavarivanja s prahom punjenom žicom, promjera 1,2mm.

Na tu pločicu oslanja se jedan kraj „binde”, dok je drugi kraj oslonjen za lim. Vrteći kurbu, „binda” se počinje produljavati, a kako je upeta između pločice i lima počinje pritiskati lim.

Nakon toga drugi lim se fiksira uključivanjem i pritiskivanjem drugog magneta.



Slika 3.3.2 „Binda”

Priprema za zavarivanje



Slika 3.3.3 Priprema za zavarivanje lima

Najprije slijedi privarivanje pločica lima i po potrebi popunjavanje zračnosti putem nanošenja sloja taljene žice. Za to se koristi prethodno navedeni ručni zavarivač. Pločice se postavljaju tako da produljuju pravac kojeg tvore spojeni limovi.

Nakon što su krajevi lima spojeni mogu se isključiti i otpustiti magneti.

Operater postavlja zavar u obliku točke, pomoću ručnog zavarivača, u razmaku od pola metra u pravcu spoja limova. Pri tome provjerava da li je ravan spoj limova. Ukoliko spoj limova nije ravan, na to mjesto postavlja jednu zavarnu točku, te dok se zavar još nije ohladio udara čekićem po izbočini.

Zavarivanje

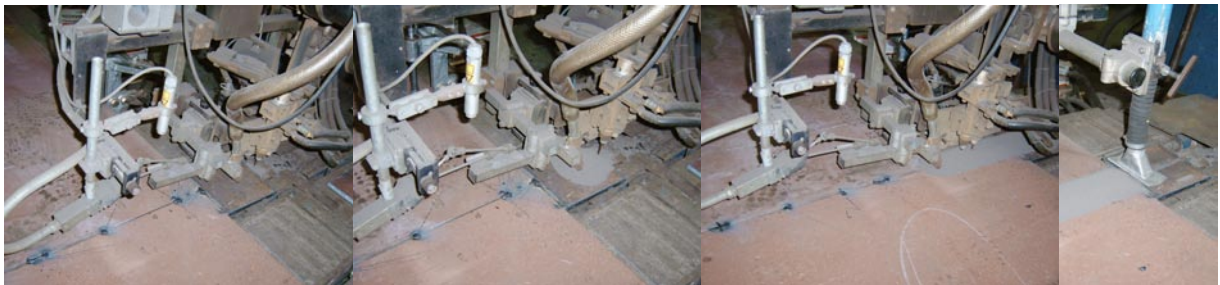
Nakon što su izvršene sve pripreme za strojno zavarivanje, operater prilagođava parametre zavarivanja kao što su brzina zavora, amperaža i voltaža prema debljini lima i sučelnom spoju.

Za zavarivanje se koriste dvije glave postavljene jedna iza druge.

Ako se radi o „Y” spoju onda se dva puta prolazi preko sučelnog spoja s jednom glavom koja ima parametre dubinskog zavarivanja. Drugi put se prolazi s jednom i drugom glavom koje imaju iste parametre završnog zavora.

Ako se radi o „I” spoju onda je dovoljan jedan prolaz u kojem sudjeluju prva i druga glava različitih parametara. Prva glava ima takve parametre da ulazi u dubinu materijala i time dubinski spaja materijal. Druga glava ima takve parametre da čini široki završni zavor.

Operater postavlja dva priključka za masu na lim i pomoću lasera, koji prethodi glavama, pozicionira ih na spoj.



Slika 3.3.4 automatsko zavarivanje limova

Zavarivanje se vrši elektrolučno pod prahom i započinje na privarenim pločicama da bi se osigurao kvalitetan zavor na osnovom materijalu. Iza druge glave nalazi se usisna cijev koja usisava višak praha i vraća ga nazad u spremnik. Laser koji prethodi prvoj glavi pomaže u kontroli smjera zavora.

Nakon izvršenog zavora operater otklanja priključke za masu, pomete ostatke potrošenog praha, te započinje cijeli postupak ispočetka.

Postupci pozicioniranja, pripremanja i zavarivanja se ponavljaju ovisno o broju lima koji tvore jedan panel.

3.3.2 Drugi takt – preokretanje lima i zavarivanje druge strane limova

Dizalica odvlači lim s prvog takta na drugi takt. Operater drugog takta započinje proces okretanja koji se odvija u 4 faze.

Proces okretanja lima



Slika 3.3.5 Okretanje limova

U prvoj fazi iz vodoravne se pozicije dižu četiri nosača na kojima ne leži lim. Rotiraju se tako dugo dok ne prođu kut $>90^\circ$ (od vodoravne pozicije) i na toj se poziciji zaustave.

U drugoj fazi dižu se četiri suprotna nosača na kojima leži lim, sve dok se nosači ne spoje.

U trećoj se fazi odvija okretanje lima. Nosači jedne i druge strane sada se istovremeno rotiraju u smjeru u kojem je potrebno postaviti lim. Kada držači pređu okomiti položaj, lim mijenja poziciju i više nije oslonjen na prvobitna četiri nosača.

U četvrtoj fazi spuštaju se lijevi i desni nosači u horizontalni položaj.

Lim je sada okrenut na drugu stranu i leži na platformi koja se sastoji od četiri nosača okretaljki i sedam profila na istoj visini nosača, pokraj staze panel linije.

Pozicioniranje i zavarivanje



Slika 3.3.6 Poluautomatsko zavarivanje

Na toj platformi operater vrši zavarivanje druge strane limova, pomoću automata za zavarivanje na principu električnog luka pod praškom (EPP).

Nakon provjeravanja da li su žica i laser centrirani, postavlja se automat tako da zavar počinje na pločici i prati spoj limova. Pošto na toj poziciji nedostaje radna površina, postavlja se lim kako bi automat imao od kuda početi. Operater uključuje automat i prati pomoću lasera put zavora i po potrebi ispravlja smjer ukoliko primijeti da točkica lasera ne prati spoj limova.

Taj postupak se ponavlja dok nisu svi potrebni spojevi zavareni. Nakon što su svi spojevi zavareni slijedi okretanje u četiri faze da bi se lim vratio na stazu panel linije.

Rotiranje lima

Ako je lim poprečno ukrepljen može se sada okretati pomoću četiri sinkronizirana pogonska, samopodizna valjka koji se nalaze između nosača okretaljke. Najveće dimenzije lima za rotiranje ne smiju prelaziti 11x11m.

3.3.3 Treći takt – Pozicioniranje, sačmarenje, trasiranje i obrezivanje

Nakon što je lim prošao kroz drugi takt, dizaličar ga vuče na treći takt. Operater treće stanice, zajedno s dizaličarom, pozicionira lim i kontrolira da li oznake na limovima odgovaraju onima u radioničkom nacrtu.

Slijedi pozicioniranje stroja u odnosu na lim i provjera dali u površinu lima stane tražena površina panela.

Kao prvo operater izmjeri ručno duljinu i širinu lima. Ako su izmjerene kote veće nego zadane, znači da panel stane u površinu lima i tada se pokreće program stroja za centriranje.

Centriranje putem unosa triju točaka potrebno je da bi rez bio izveden pod pravim kutem. Lim ima jedan točan brid od kojeg se kreće s unošenjem prve dvije točke. Unos točaka se obavlja pomoću lasera koji je centriran s glavama stroja. Operater ručno vozi i manipulira glavu stroja tako dugo dok jedna polovica točke lasera leži na limu a druga na podu. To znači da je glava stroja došla do ruba točnog brida. Proizvoljno se uzme prva točka, i njezin unos se potvrđuje stroju. Druga točka se nalazi u velikom razmaku iza prve točke na točnom bridu lima. Nakon što se našla druga točka potvrđuje se njena pozicija. Za treću točku pomiče se glava stroja od vanjskog točnog brida do paralelnog, izmjerenog točnog brida. Mjera se dobije iz radioničkog nacrtu. Na ovom pravcu se unosi točka koja je udaljena od vanjskog brida za polovicu razlike izmjerene i stvarne duljine lima. Potvrđuje se unos treće točke. Stroj se sada kreće na pravcu koji je okomit na točan brid u početni položaj. Točka lasera nalazi se 320mm udaljena od vanjskog točnog brida. Na podu se označi ta polazna točka za slučaj da stroj mora krenuti od početka.

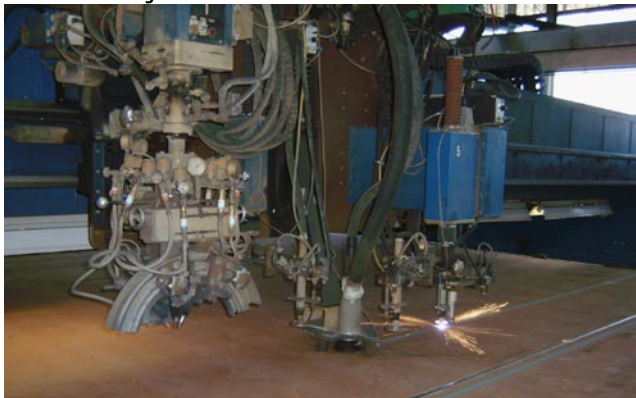
Stroj sada zna u kojem je položaju geometrija panela unutar površine lima. Slijedi pregled glava na stroju.

Na stroju se nalaze:

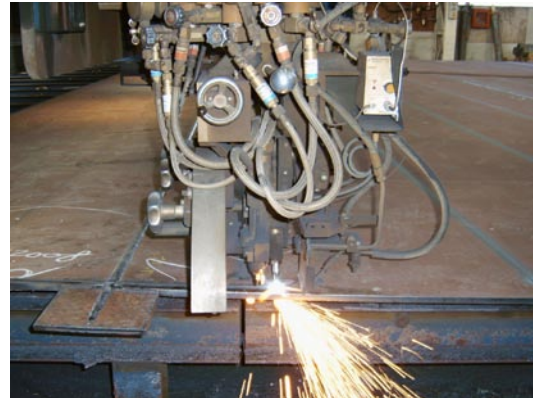
- glava za rezanje
- glava za trasiranje u desno
- glava za trasiranje u lijevo
- glava koja trasira lijevo, desno i okomito
- glava za sačmarenje
- glava za paralelno rezanje

Glava za paralelno rezanje se ne koristi.

Operater uključuje energetiku stroja kao što je acetilen i kisik za rezanje, vodik i argon za trasiranje.



Slika 3.3.7 Sačmarenje i trasiranje



Slika 3.3.8 Obrezivanje

Nakon toga ulazi u datoteku brodogradilišta i traži program za sačmarenje, trasiranje i obrezivanje za panel koji je na stroju. Slijedi početak automatskog trasiranja pri kojem se istovremeno provodi sačmarenje. Operater nadzire postupak te provodi ručnu kontrolu i žutom bojom označava greške. Nakon što su sve pozicije ukrepa i prolazi označeni, kreće obrezivanje i izrezivanje prolaza putem automatiziranog plamenika.

Na kraju operater žutom bojom nanese broj gradnje, broj panela i broj sastavljenog lima kako je navedeno u radioničkom nacrtu.

Slijedi izvlačenje lima pomoću dizalice i navlačenje na četvrti takt. Prije nego se stavi novi lim na treću stanicu, dizalica sakuplja ostatke od rezanja pomoću magneta.

3.3.4 Četvrti takt – montaža uzdužnih ukrepa i pripajanje

Lim panela se dovuče i centrira na stanicu pomoću dizalice. Bridovi lima moraju biti paralelni s portalom stroja. Nakon toga dizaličar postavlja paletu sa HP profilima na „kolica“ ispred stroja, koja su horizontalno pomična na svojim tračnicama.

Slijedi vizualna kontrola odgovaraju li lim i profili radioničkom nacrtu i tada operater kreće s montažom profila. Pritom koristi 14 magneta koji imaju dva radna nivoa: prvi, je na visini lima i služi za pozicioniranje, a drugi je u visini „kolica“ s paletom profila i služi za dohvaćanje profila.



Slika 3.3.9 Dohvat i pozicioniranje profila

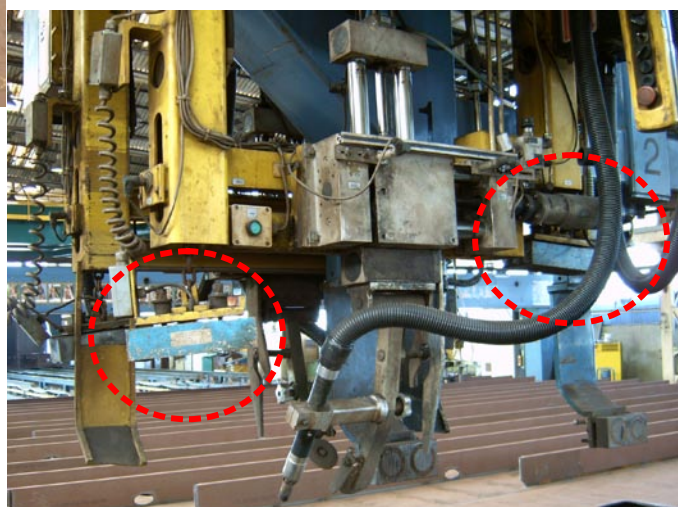
Kako bi dohvatio prvi profil, operater prvo približuje „kolica“ u položaj ispred njegove pozicije. Približava se portalom stroja na tračnicama i diže magnete na drugi radni nivo. Operater uključuje magnete, podiže prvi profil sa palete i postavlja ga na određeno mjesto.



Slika 3.3.10 Pritiskivanje i privarivanje profila

U slučaju tankih limova (limovi debljine manje od 8mm) ili ukoliko mjestimično nije dovoljno dobro pritisnut profil za lim, operater se koristi dodatnim magnetima koji vise uz zavarivačku glavu. On spušta dva magneta pomoću lanaca ispred i dva iza profila, uključuje ih i vuče ih prema gore.

Taj cijeli postupak, dohvaćanje, pozicioniranje, pritiskivanje i privarivanje se ponavlja dok nisu svi profili postavljeni, nakon čega slijedi odvlačenje panela dizalicom do pete stanice.



Slika 3.3.11 Glava stroja sa magnetima (zaokruženo)

3.3.5 Peti takt – zavarivanje uzdužnih ukrepa



Slika 3.3.12 Obostrano zavarivanja

Kad panel stigne na petu stanicu, operater ga pomoću dizalice centrira prema stroju.

Na portalu stroja nalaze se dvije zavarivačke glave s dvije žice za obostrano zavarivanje, koje su udaljene deset milimetara od spoja profila s limom. Zavarivačke glave imaju mogućnost uzdužno se pomicati za sto milimetara prema naprijed ili natrag.

Postupak zavarivanja sa prednje i stražnje strane profila vrši se elektrolučno pod zaštitom praha. Za tanke limove (limovi tanji od osam milimetara) koristi se samo jedna žica na svakoj strani, a za deblje se koriste dvije. Portal stroja putuje od profila do profila dok nisu svi zavareni.

U slučaju tanjih limova ili potrebe predeformacije panela u

području zavarenog profila, na stanici se nalaze dva vertikalno pomična magneti i jedan vertikalno pomičan trn. Magneti i trn se nalaze između kotača lančanog transportera i dugački su kao što je transportna staza široka. Kada se koristi ta naprava portal stroja pozicionira se i fiksira iznad trna, a panel se gura putem lančastog konvejera za razmak od profila do profila.



Slika 3.3.13 pomični magneti i trn



Slika 3.3.14 Panel čeka peti takt, obostrano zavarivanje.

4. Usporedba rad panel linije prema „klasičnoj“ metodi

Paneli su se prije dolaska panel linije izrađivali isključivo ručno-mehanički. Taj postupak danas se primjenjuje samo na panele manjih dimenzija, koji su neprikladni za panel liniju.

Uzima se jedan panel iz tekuće proizvodnje panel linije u brodogradilištu i prati se njegovo sklapanje kroz taktove.

Točni podaci o izvedbi panela „klasičnom“ metodom nisu dostupni, pa se zato navedene veličine (trajanje izvedbe i broj radnika), oslanjaju na sjećanja i iskustva starijih zaposlenika.

Uspoređuju se utrošak vremena i broj radnika pri svakom taktu.

4.1 Karakteristike panela koji se uspoređuje

Kao primjer za usporedbu poslužio je panel 3161, koji se nalazi na dvoboku RoRo broda tekuće gradnje 475.

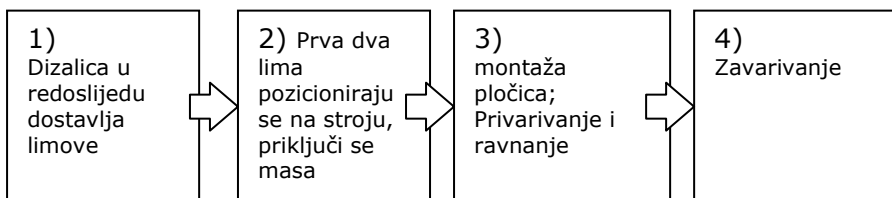
Duljina panela.....	12300,0mm
Širina panela	7005,0mm
Broj limova panela	3
Dimenzije pojedinih limova	
Duljina lima 107	12300,0mm
Duljina lima 106	12300,0mm
Duljina lima 105	12300,0mm
Širina lima 107	2380,0mm
Širina lima 106	2380,0mm
Širina lima 105	2245,0mm
Debljina lima 107	14,0mm
Debljina lima 106	13,5mm
Debljina lima 105	13,5mm
Broj uzdužnih nosača	8
Dimenzije HP Profila:	
HP 220x10	tri komada na limu 105
HP 200x9	tri komada na limu 106
HP 180x8	dva komada na limu 107

4.2 Usporedba

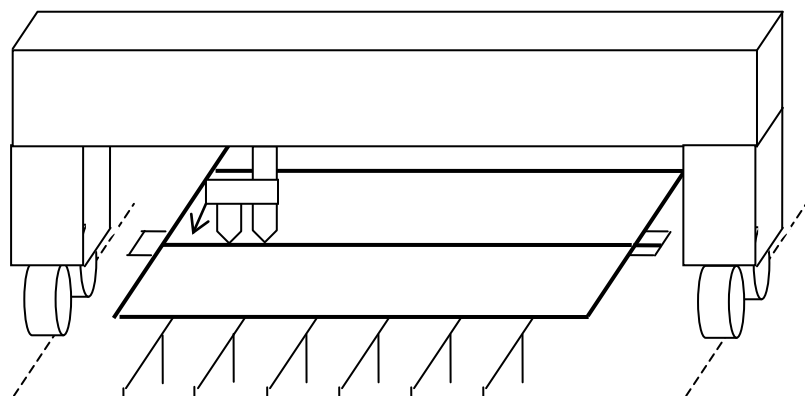
Slijedi usporedba izrade panela 3161

4.2.1 PRVI TAKT

Zavarivanje opločenja panela prve strane na panel liniji



Zadnje tri operacije se ponavljaju pri montaži trećeg lima



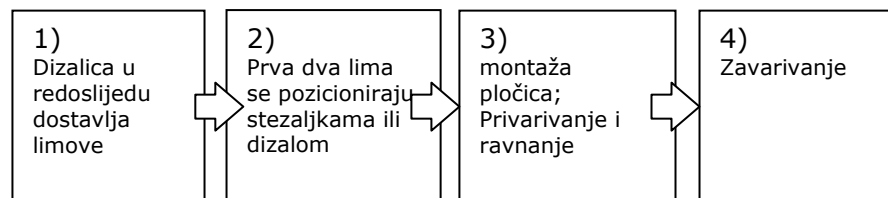
Skica 4.2.1 Zavarivanje opločenja panela prve strane na panel liniji

Tablica 4.2.1 Vrijeme trajanja i broj radnika na prvom taku panel linije

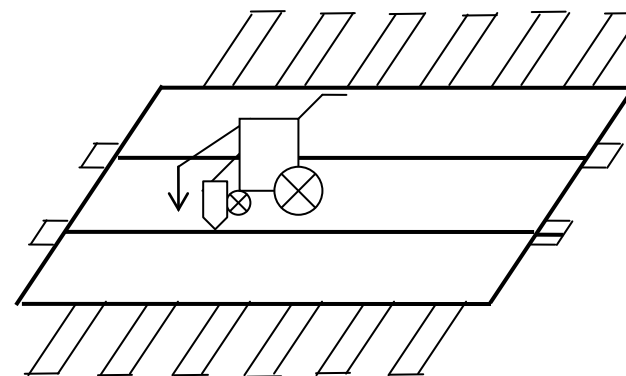
operacija	1	2	3	4	2	3	4
trajanje (min)	5	5	5	15	5	5	15
ukupno vrijeme	t= 55 min						

broj radnika 1 dizalica 1

„Ručno“ zavarivanje opločenja prve strane sekcije



Zadnje tri operacije se ponavljaju pri montaži trećeg lima



Skica 4.2.2 „Ručno“ zavarivanje opločenja panela prve strane

Tablica 4.2.2 Vrijeme trajanja i broj radnika na prvom taktu „klasične“ metode

operacija	1	2	3	4	2	3	4
trajanje (min)	5	15	5	25	15	5	25
ukupno vrijeme	t= 95 min						

broj radnika 2 dizalica 1
2 montera

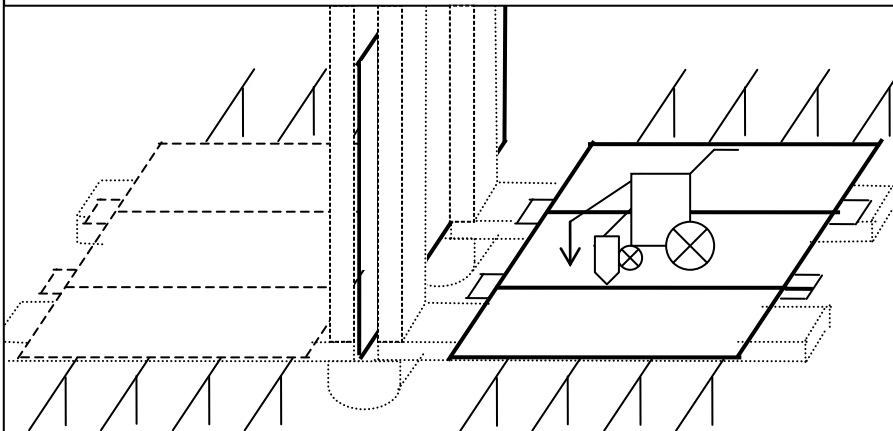
4.2.2 DRUGI TAKT

Zavarivanje opločenja panela druge strane na panel liniji

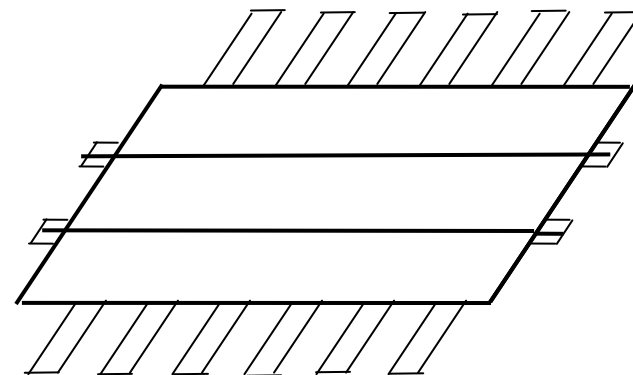
Okretanje se vrši tek na kraju!

- 1) Dizalica navuče opločenje na okretaljku - okretanje
- 2) Pozicionira se automat za zavarivanje
- 3) Zavarivanje, Ponavljaju se koraci 2 i 3 za preostali šav
- 4) Okretanje, dizalicom se navuče opločenje na sljedeći stroj

Teoretski bi se opločenje moglo navući na okretaljku i na sljedeći stroj pomoću sporog lančanika na stazi.



Skica 4.2.3 Zavarivanje opločenja panela druge strane na panel liniji



Skica 4.2.4 Opločenje panela nakon zavarivanja prve strane

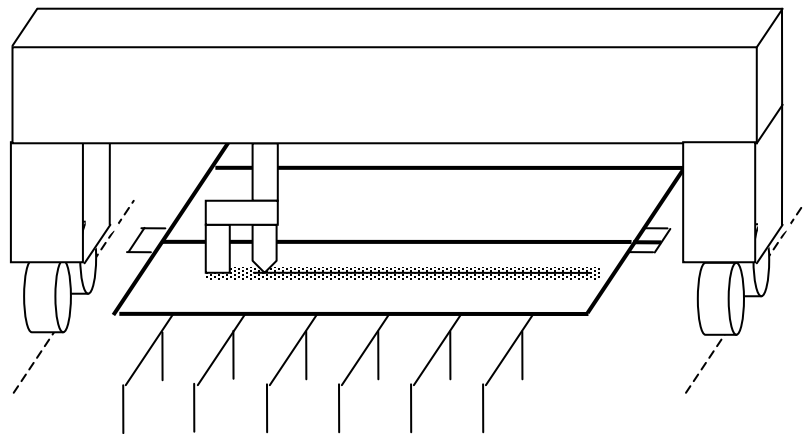
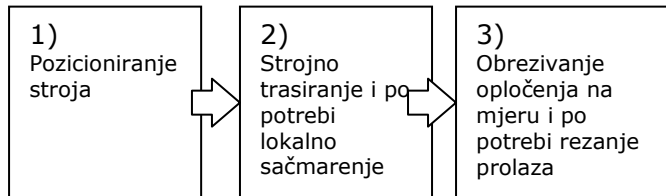
Tablica 4.2.3 Vrijeme trajanja i broj radnika na drugom taku panel linije

Operacija	1	2	3	4			
trajanje (min)	20	5	5	20			
ukupno vrijeme	t= 50 min						

broj radnika 1 Dizalica 1

4.2.3 TREĆI TAKT

Stroj za sačmarenje, trasiranje i obrezivanje na PL



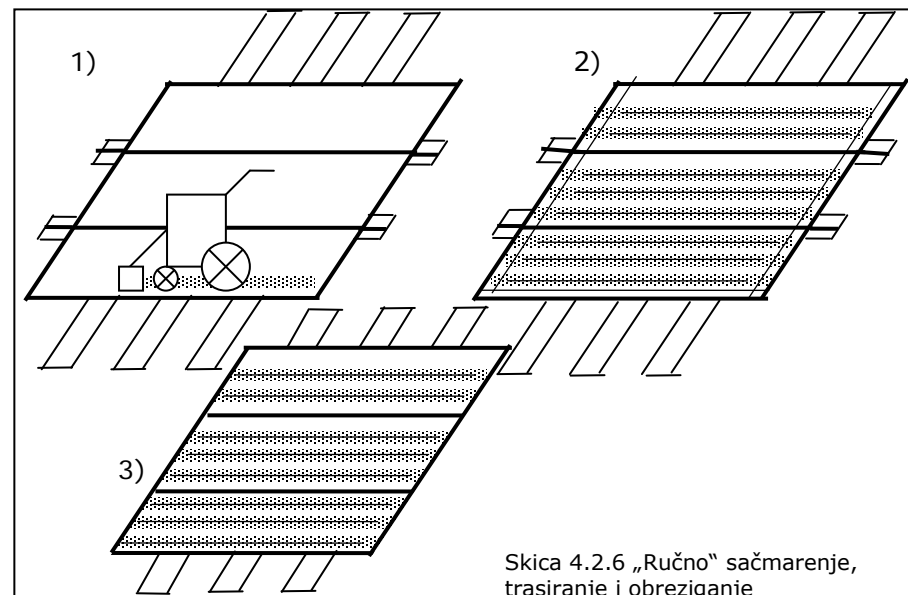
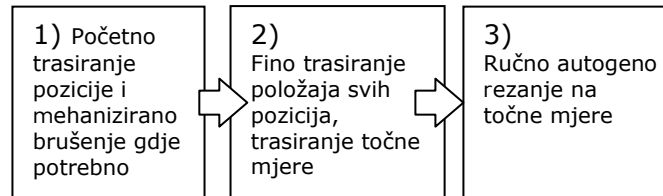
Skica 4.2.5 Stroj za sačmarenje, trasiranje i obrezivanje na panel liniji

Tablica 4.2.4 Vrijeme trajanja i broj radnika na trećem taku panel linije

Operacija	1	2	3				
trajanje (min)	5	10	70				
ukupno vrijeme	t= 85 min						

broj radnika 1

„Ručno“ sačmarenje, trasiranje i obrezivanje



Skica 4.2.6 „Ručno“ sačmarenje, trasiranje i obrezivanje

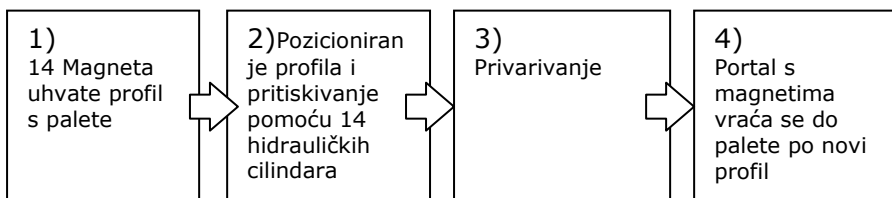
Tablica 4.2.5 Vrijeme trajanja i broj radnika na trećem taktu „klasične“ metode

Operacija	1	2	3				
trajanje (min)x8	40	200	240				
ukupno vrijeme	t= 480 min						

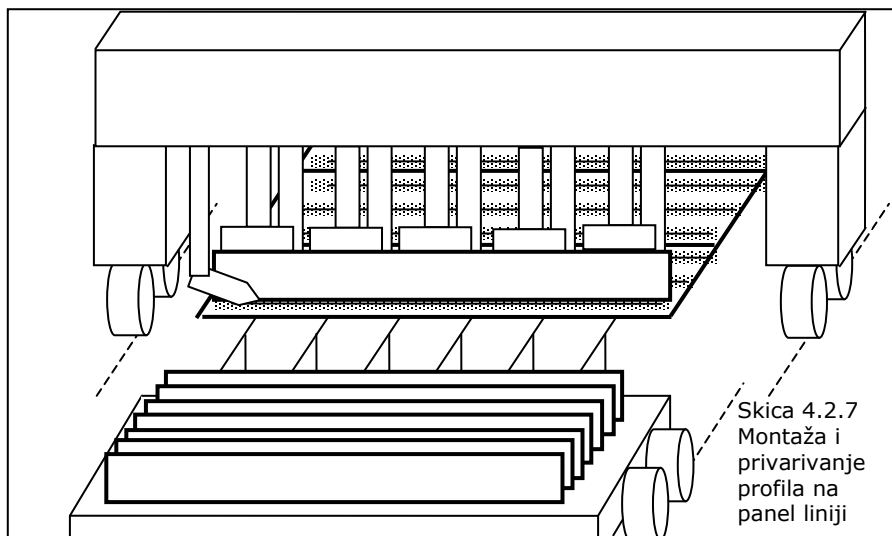
broj radnika 4
1 brušać, 1Traser i pomoćnik, 1 rezač

4.2.4 ČETVRTI TAKT

Montaža i privarivanje profila na panel liniji



Navedene četiri operacije se ponavljaju dok ima profila

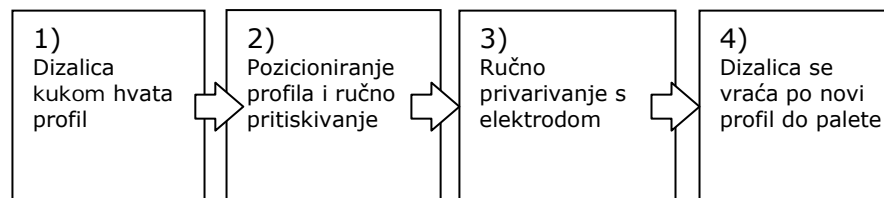


Tablica 4.2.6 Vrijeme trajanja i broj radnika na četvrtom taku panel linije

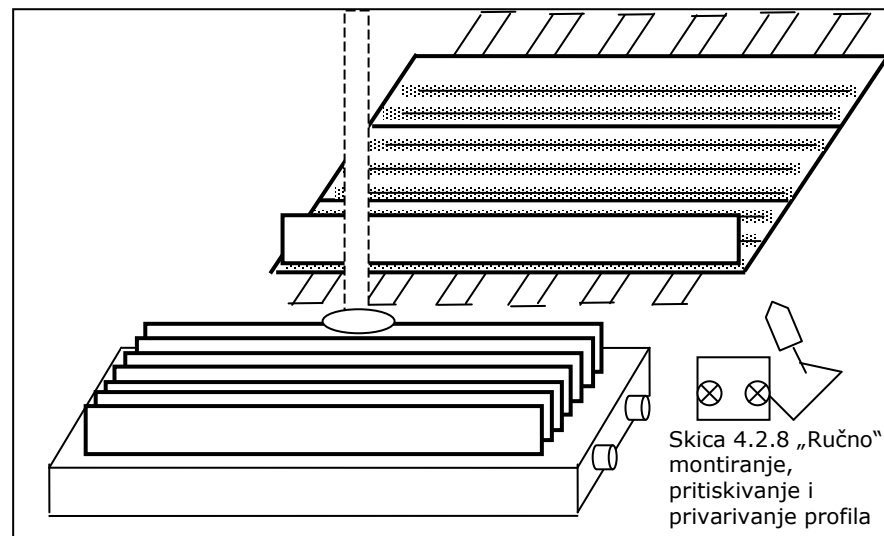
Operacija	1	2	3	4			
trajanje (min)x8	5	10	15	5			
ukupno vrijeme	t= 35 min						

broj radnika 1

„Ručno“ montiranje, pritiskivane i privarivanje profila



Navedene četiri operacije se ponavljaju dok ima profila



Tablica 4.2.7 Vrijeme trajanja i broj radnika četvrtog takta „klasične“ metode

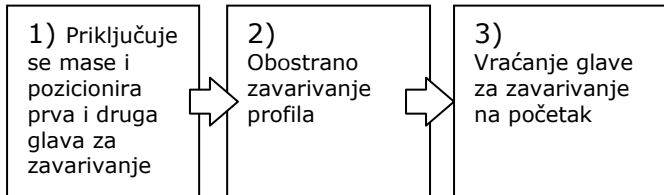
Operacija	1	2	3	4			
trajanje (min)x8	20	240	20	0			
ukupno vrijeme	t= 280 min						

broj radnika 4
4 montera

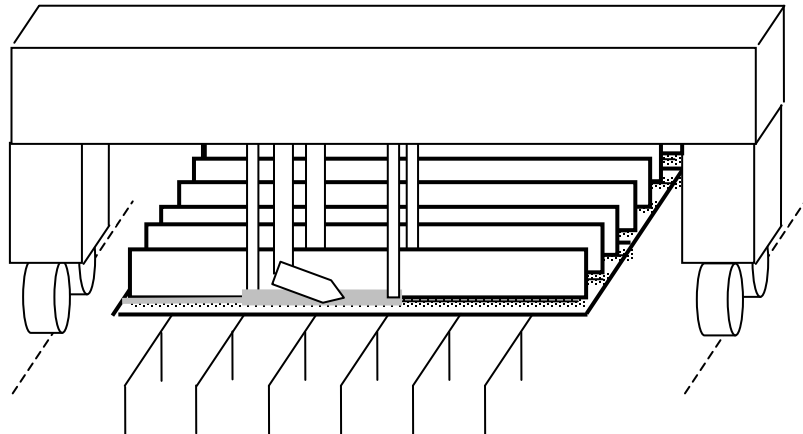
Dizalica 1

4.2.5 PETI TAKT

Zavarivanje profila na panel liniji



Navedene tri operacije se ponavljaju dok ima profila



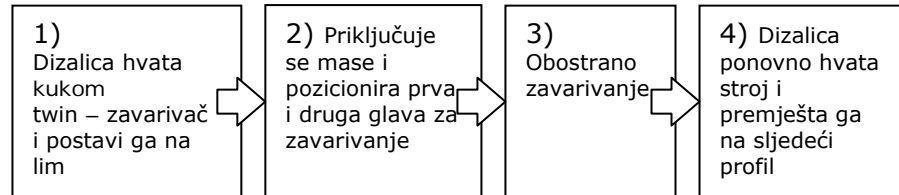
Skica 4.2.9 Zavarivanje profila na panel liniji

Tablica 4.2.8 Vrijeme trajanja i broj radnika na petom taku panel linije

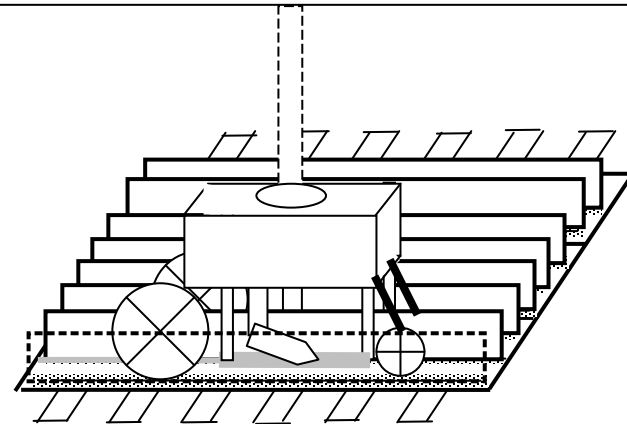
Operacija	1	2	3				
trajanje (min)x8	20	145	5				
ukupno vrijeme	t= 170 min						

broj radnika 1

„Ručno“ zavarivanje profila



Navedene četiri operacije se ponavljaju dok ima profila



Skica 4.2.10 „Ručno“ zavarivanje profila, pomoću poluautomata

Tablica 4.2.9 Vrijeme trajanja i broj radnika na petom taktu „klasične“ metode

Operacija	1	2	3	4			
trajanje (min)x8	30	30	120	0			
ukupno vrijeme	t= 180 min						

broj radnika 2
2 montera

dizalica 1

4.2.6 ŠESTI TAKT

Okretanje se već prethodno izvršilo

Okretanje pomoću dizalice i zavarivanje druge strane

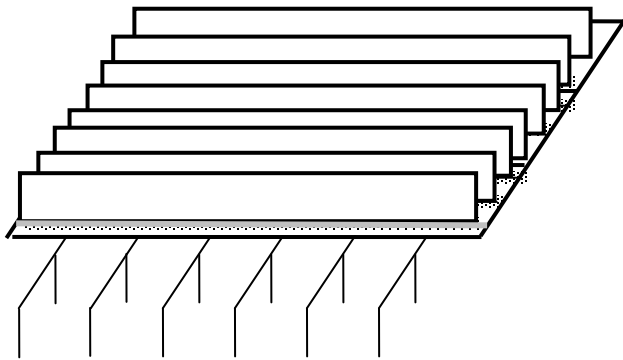
1) Zavare se četiri uške na lim, dizalica ga podiže i okreće u zraku

2) Dizalicom se postavlja automat za zavarivanje, pozicioniranje žice

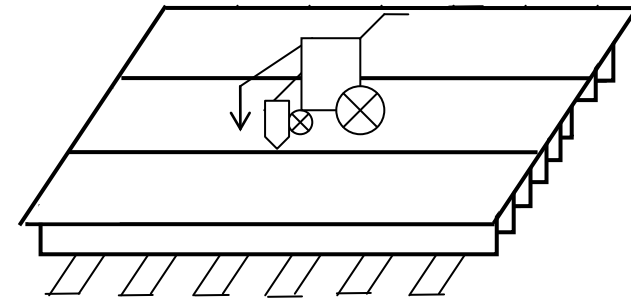
3) zavarivanje

4) Sekcija se opet okreće da bi se mogla dalje okrupnjavati

Druga i treća operacija se ponavljaju



Skica 4.2.11 gotovi panel na panel liniji



Skica 4.2.12 „Ručno“ zavarivanje druge strane panela

Tablica 4.2.10 Vrijeme trajanja i broj radnika na šestom taktu „klasične“ metode

operacija	1	2	3	4			
trajanje (min)	45	10	60	30			
ukupno vrijeme	t= 145 min						

broj radnika 2

dizalica 2

4.3 Analiza usporedbe

4.3.1 Ukupno vrijeme na panel liniji

Tablica 4.3.1 Ukupno vrijeme na panel liniji

Takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	ukupno 395 min
1	trajanje (min)	5	10	10	30	55 min	
Takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	
2	trajanje (min)	20	5	5	20	50 min	
Takt	Operacija	1	2	3		trajanje takta	
3	trajanje (min)x8	5	10	70		85 min	
Takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	
4	trajanje (min)x8	5	10	15	5	35 min	
Takt	Operacija	1	2	3		trajanje takta	
5	trajanje (min)x8	20	145	5		170 min	

4.3.2 Ukupno vrijeme za „klasičnu“ metodu

Tablica 4.3.2 Ukupno vrijeme za „klasičnu“ metodu

takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	ukupno 1147 min
1	trajanje (min)	5	15	20	22	62 min	
takt						trajanje takta	
2						0 min	
takt	Operacija	1	2	3		trajanje takta	
3	trajanje (min)x8	40	200	240		480 min	
takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	
4	trajanje (min)x8	20	240	20	0	280 min	
takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	
5	trajanje (min)x8	30	30	120	0	180 min	
takt	Operacija	1	2	3	4	trajanje takta	
6	trajanje (min)	45	10	60	30	145 min	

5. Zaključak

Nakon usporedbe taktova jedne i druge metode a time i trajanja svih operacija, vidi se da „klasična“ izrada traje otprilike tri puta dulje.

Broj radnika u svakom taktu „klasične“ metode u najboljem je slučaju dvostruk, a realno čak četverostruko veći.

U ovom razmatranju pretpostavilo se da je dizaličar trajno na raspolaganju, što u stvarnosti nije tako.

Panel linija teoretski treba dizalicu jedino na početku da postavi limove na lančaste konvjere koji se protežu duž cijele linije, a „klasična“ metoda nema druge alternative transporta lima i profila osim dizalice, što najviše dolazi do izražaja pri montaži i postupku zavarivanja profila.

Ove gore navedene činjenice potvrđuju prednost izrade panela pomoću panel linije.

Tijekom analize panel linije mogu se uočiti dva manjka u njezinom radu:

nefunkcioniranje tehnologije jednostranog zavarivanja na prvom taktu i nekorištenje paralelnog rezanja na trećem taktu.

Ako se gleda cjelokupni proces izrade i korištenje tehnologije rezanja, rad ove panel linije ima relativno malo nedostataka.

Tako bi se primjerice korištenjem šeste glave za paralelno rezanje moglo dobiti na vremenu. Ušteda bi iznosila dvadeset do trideset minuta, što ne zvuči mnogo ali je opravdano činjenicom da tehnologija već postoji.

Do značajnijeg ubrzanja ukupnog radnog procesa može se doći ako se osposobi jednostrano zavarivanje na prvom taktu. Pošto se pokazalo da magneti ne fiksiraju dovoljno čvrsto limove tijekom jednostranog zavarivanja potrebno je hidraulično pritiskivanje limova, što zahtijeva pojačanje temelje stroja.

Tada nema više potrebe za okretanjem i zavarivanjem na drugom taktu. S obzirom na to da je za usporedbu korišten jednostavni panel gradnje 3161, najmanja moguća ušteda iznosila bi sat vremena.

Tako bi gore navedene promjene mogle ubrzati proizvodnju panela 3161 od šest i pol sati na 5 sati trajanja i osloboditi prostor u predmontažnoj hali za međuskladištenje, okrupnjavanje ili čak ranije opremanje sekcije.

Ovaj zaključak vrijedi ako se radi o konstantnoj izradi panela istih dimenzija i broja ukrepa.

Pošto se na panel liniji proizvede razni paneli, mora se gledati na vremenski najkraći i najduži takt i pokušati smanjiti tu razliku. Prema primjeru panela 3161 to bi bili prvi i peti takt. Pri proizvodnji složenijih panela s većim brojem ukrepa raste i broj trasiranja. Tada se može uočiti da su vremenske razlike između prvog i trećeg takta najveće.

Ako se koristi jednostrano zavarivanje, povećava se razlika trajanja postupka spajanja limova i postupaka trasiranje, sačmarenja i obrezivanja. U ovom kontekstu, osposobljavanje šeste glave za paralelno rezanje, postaje značajnije jer je to jedina mogućnost ubrzanja trećeg takta. Pošto ta mjera nije dovoljna da bi spriječila zastoj pred strojem za sačmarenje i trasiranje, potrebno je preurediti površinu drugog takta u međuskladište, a istovremeno bi stroj na trećem taktu trebao raditi u tri smjene, kako bi na vrijeme obradio te panele. Nakon trasiranja opet je potrebna površina za međuskladištenje, kako bi strojevi za montažu i obostrano zavarivanje mogli i dalje raditi u dvije smjene.

Proces optimizacije panel linije je zahtjevan i složen ali u konačnici donosi povećanje kapaciteta proizvodnje.

6. Popis literature

1. Tehnička i tehnološka dokumentacija brodogradilišta „Uljanik“ u Puli
2. S. Kralj – Š. Andrić: Osnove zavarivačkih i srodnih postupaka, Zagreb 1992
3. G. Meden, A. Pavelić, D. Pavletić: Osnove zavarivanja, Rijeka 2000